

上海汽车工业科技发展基金会

产学研课题招标指南

2019 年 5 月 10 日

招标课题：电机控制器 IGBT 寿命模型研究

提出课题单位：上汽大众汽车有限公司

要求课题完成时间： 2 年

一、总体目标：

通过产学研合作，开展新能源车电机控制器 IGBT 寿命模型的研究。针对上汽大众新能源车电机控制器中采用的 IGBT 模块产品，开展面向 IGBT 模块的应用可靠性基础技术研究。通过理论分析、仿真和电气试验等方法设计和验证 IGBT 模块的寿命模型，完成相关试验平台的样机试制，提升 IGBT 模块核心关键封装测试技术以及可靠性评估的研究水准，为电机控制器及其 IGBT 模块的设计与制造工艺技术提供理论依据与数据支撑。

二、阶段目标：

- 1、第一季度：调研新能源车电机控制器用 IGBT 模块长期可靠性（寿命）的研究现状，开展 IGBT 模块的主要失效机理的分析，建立 IGBT 模块的热仿真模型，提取 IGBT 芯片、内键合引线、焊料、DBC、底板等的热分布谱图；
- 2、第二季度：建立新能源车电机控制器用 IGBT 模块内键合引线、芯片焊料、DBC 焊料等的热应力与热应变仿真结果，总结车用 IGBT 模块的主要失效模式；
- 3、第三季度：提取 IGBT 模块内键合引线加速老化过程中主要变化的参数，建立基于加速老化影响参数的内键合引线的热应力模型以及与功率循环周次数相关的应变模型；
- 4、第四季度：开发针对上汽大众新能源车用 IGBT 模块产品的车规级功率循环测试方法设计，完成 IGBT 模块静态和动态测试方法设计；

- 5、第五季度：完成 IGBT 模块静态、动态电气参数测试，实现通过脉冲测试的手段提取 IGBT 模块的动态电气参数；
- 6、第六季度：提取能用于表征 IGBT 模块内键合引线应变状态的静、动态电气参数及热阻抗参数等老化敏感参数，分析老化敏感参数与模块内部应变的关系，定义基于老化敏感参数的失效判据，完成 IGBT 模块加速老化寿命模型的设计；
- 7、第七季度：通过加速老化试验方法验证 IGBT 模块的加速老化寿命模型，并研究不同的加速老化试验方法对加速老化寿命模型的影响，完成论文和专利等学术成果的撰写；
- 8、第八季度：研究一种基于整车运行工况的 IGBT 模块终止寿命的预测方法。整理文档，完成验收。

三、研究内容：

通过本项目的实施，建立电机控制器 IGBT 模块的电-热-力多物理场域模型，研究不同应用工况下 IGBT 模块应力表征特性。通过研究 IGBT 模块的主要老化失效影响因素与机理，结合仿真和动、静态试验等手段为预测 IGBT 模块工作寿命提供理论依据，为高可靠 IGBT 模块及集成模组的设计提供工程性设计方法，为汽车制造业的电动化升级提供技术支撑。研究内容包括以下几点。

1、热应力/应变模型：IGBT 模块内键合引线失效是 IGBT 模块失效模式中最常见的一种。以内键合引线失效引起的 IGBT 模块寿命终止为例：首先通过准确地热模型确立 IGBT 芯片和内键合引线的真实温度分布，量化功率循环工况下一个循环周次下两者的热应力分布，提取 IGBT 芯片、内键合引线的结构参数（芯片面积、厚度、内键合引线直径、电流密度等）对热应力的影响，以及提取功率循环加速老化试验参数（最大结温、结温差、开通时间等）对热应力的影响，从而建立基于加速老化影响参数（结构参数、功率循环加速老化试验参数）的 IGBT 模块内键合引线的热应力模型。建立功率循环加速老化下热应力与应变的关系，从而得到由加速老化影响参数与功率循环周次数共同决定的基于 IGBT 模块内键合引线失效模式的加速老化应变模型。

2、动静态电气参数测试：首先设计一套满足模块外形和接口要求的测试夹具，有利于直接将模块连接到静态电气参数测试设备上（行业内已经有成熟的静态电气参数测试设备）；另外，设计并实施一套用于提取动态电气参数的脉冲测试方法，为 IGBT 模块寿命模型的设计提供关键老化敏感参数。

3、老化敏感参数表征热应变的模型：从静、动态电气测试结果中提取能用于表征热应变程度的参数及热阻抗参数等老化敏感参数。分析老化敏感参数与应变的关系，建立老化敏感参数表征热应变的模型。

4、车规级功率循环加速老化测试平台：为了验证加速老化寿命模型，开发一套符合车规级可靠性标准（LV324）的功率循环测试平台。测试台在模块老化循环老化过程中可以在线测试模块内部热阻等参数，并且可以将这些参数的历史数据与功率循环次数进行自动关联。测试平台需满足 JESD51-1, JESD51-14, MIL-STD-883H 等标准要求。

5、基于加速老化影响参数的寿命模型：根据 IGBT 模块可靠性标准（LV324）设计并实施不同功率循环老化工况，通过车规级功率循环加速老化测试平台，验证加速老化寿命模型的有效性。同时，研究和总结不同功率循环加速老化试验方法对加速老化寿命模型的影响。

6、基于整车工况的寿命预测：结合整车各种实际工况和加速老化寿命模型，提出 IGBT 模块寿命的预测方法。从寿命状态感知和主动应力控制等多维度入手，设计一种在线评估和监控 IGBT 模块特征参数和健康状态的方法。

四、资助金额：

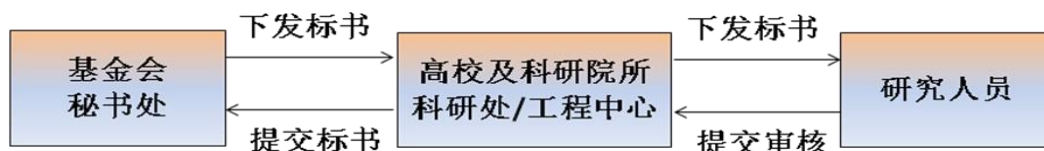
人民币 45 万元（资助款直接支付给高校或科研院所，若费用不够，由企业补充+高校或科研院所自筹。）

五、其它：

1、招投标材料含《招投标指南》、《资质认定表》、《标书（项目可行性方案）》。

2、竞标团队应通过高校/科研院所科研主管部门统一在 2019 年 6 月 15 日前向上汽科技基金会秘书处提交书面《资质认定表》一份，书面《标书》一式

十份，同时通过邮件提交上述材料电子文档，过期不候。《资质认定表》和《标书》中需盖章处应加盖高校/科研院所、或其科研主管部门印章，否则视作无效标书（包括高校所属院系、科研院所所属部门印章）。



3、高校/科研院所应标团队应事先在各自高校/科研院所科研主管部门备案，同一所高校/科研院所只允许一个团队参与同一个课题竞标，如遇两个及以上团队参与同一个课题应标，由科研主管部门协调推荐，否则，基金会秘书处有权优先选择在科研主管部门备案的团队参与后续招投标评审答辩工作，仅在同一个课题只有一所高校/科研院所、且有多个团队应标的情况下，才允许同校/同所的不同团队同台竞标；不同高校或科研院所可组成一个团队参与同一个课题竞标，但标书上必须加盖所有应标高校/科研院所的印章；应标团队所有成员不得同期参与两个及以上课题应标，在基金会已有课题且未结题验收的课题中所有团队成员也不得参与应标，凡发现有重名现象的课题，均被视为无效标书；竞标团队负责人应具有副教授及以上职称或博士毕业及以上学历，担任院系及学校领导职务的人员不宜担任应标团队负责人；应标团队每个成员必须要有相应的研制任务，杜绝“沾亲带故”，“徒有虚名”现象，如果在后续实施过程中发现有长期不参加项目研制工作人员的情况，比如，秘书处每三个月召集一次课题研制工作例会，连续两次不参加课题研制工作例会的成员，基金会秘书处有权向应标团队及其所在高校/科研院所科研主管部门发出“除名”告示，如果涉及的是课题负责人，必须由课题负责人出具书面承诺（保证按要求参加后续基金会秘书处召集的季度研制工作例会，且本人亲笔签名）、并经其所在高校/科研院所担保（盖章）方可，否则，基金会秘书处有权直接向课题组以及所属高校/科研院所科研主管部门发出“中止课题研制工作”的告示。

4、竞标单位在编制标书期间，可通过基金会协助，与课题申请单位进行适

当的技术交流。

5、由基金会秘书处对竞标团队负责人资质进行认定，符合竞标条件的团队，由基金会秘书处通过邮件告知其进入后续评标答辩环节（包括告知答辩时间、地点等；**答辩时间一般安排在当年的7月1日~31日期间**，具体答辩日期如遇工作冲突，可来电来信商议调整）。答辩前应标团队须提前通过邮件提交PPT版电子文档，PPT介绍材料应根据标书（可行性方案）章节顺序及其内容编制。评标结果（指经领导审批）由基金会秘书处通过邮件告知参与该课题应标的所有团队负责人及其所在高校/科研院所科技主管部门，如有异议，应标团队负责人可通过所在高校/科研院所科技主管部门与基金会秘书处沟通，基金会秘书处不接受个人质询。

6、上汽科技基金会秘书处联系方式：

地 址：上海市静安区威海路489号上汽大厦2103室 邮编：200041

联系人：孙代豫 章道彪 陈明星

电 话： 22011226 22011231 22011050

Email : sundaiyu@saicmotor.com zhangdaobiao@saicmotor.com

chenmingxing@saicmotor.com

传 真：22011777

上海汽车工业科技发展基金会

秘书处

2019年5月10日